

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Uraian Umum

2.1.1. Jalan

Terdapat berbagai macam definisi dari jalan itu sendiri, mulai dari para ahli yang berkompeten di bidangnya, maupun definisi menurut regulasi, atau peraturan – peraturan pemerintahan yang telah disepakati oleh berbagai para ahli dan tokoh – tokoh yang berperan penting dalam bidang konstruksi atau pembangunan. Di dalam peraturan pemerintahan nomor 34 tahun 2006 tentang jalan pasal 1 ayat 5 bahwa penyelenggaraan jalan yang meliputi pengaturan, pembinaan, pembangunan, dan pengawasan jalan. dilihat dari pasal tersebut dapat dijelaskan bahwa semua aturan penyelenggaraan berhubungan dengan jalan sudah diatur menurut perundang-undangan.

Menurut peraturan pemerintahan nomor 34 tahun 2006 tentang jalan, jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan air, beserta di atas permukaan air kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel.

2.1.2. Klasifikasi Jalan

Menurut peraturan Bina Marga 1997 Klasifikasi jalan adalah pengelompokan jalan berdasarkan suatu fungsi atau kegunaan jalan, administrasi pemerintahan, muatan sumbu yang menyangkut tentang dimensi berupa kendaraan, dengan berat kendaraan. Tujuan tujuan dikelompokkan sebuah jalan untuk lebih mudah dipahami berdasarkan poin-poin dari klasifikasi jalan tersebut.

Menurut peraturan Bina Marga 1997, klasifikasi jalan dikelompokkan menjadi 4 bagian, yaitu klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan, dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan.

2.1.2.1. Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Menurut Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia nomor 34 tahun 2006 Klasifikasi Jalan menurut fungsi jalan terbagi menjadi 3 golongan, yaitu :

- 1) Jalan Arteri, merupakan jalan yang melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- 2) Jalan kolektor, adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk juga dibatasi.
- 3) Jalan local, ialah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Menurut Hamirhan (2010) klasifikasi jalan menurut fungsi terbagi menjadi 2 jaringan, yaitu jaringan jalan primer dan jaringan jalan sekunder. Masing-masing dari jaringan tersebut terbagi lagi menjadi jalan arteri primer, jalan kolektor primer, jalan local primer, jalan local sekunder untuk jaringan jalan primer serta jalan arteri sekunder, jalan kolektor sekunder, jalan local sekunder untuk jaringan jalan sekunder.

2.1.2.2. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Menurut Hamirhan (2010) pada klasifikasi kelas jalan ini berhubungan dengan kemampuan suatu jalan dalam menerima beban lalu lintas yang mana beban lalu lintas tersebut dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.

- 1) Jalan kelas I, merupakan jalan arteri yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dan kendaraan bermuatan dengan ukuran lebar < 25 cm, ukuran Panjang < 180 cm dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah lebih dari 10 ton
- 2) Jalan kelas II, merupakan jalan arteri yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dan kendaraan bermuatan dengan ukuran lebar < 25 cm, ukuran Panjang < 180 cm dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 10 ton.
- 3) Jalan kelas III A, merupakan jalan kolektor yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dan kendaraan bermuatan dengan ukuran lebar < 25 cm ukuran Panjang < 180 cm dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.
- 4) Jalan kelas III B, merupakan jalan kolektor yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dan kendaraan bermuatan dengan ukuran lebar < 25 cm, ukuran Panjang < 12 cm dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.
- 5) Jalan kelas III C, merupakan jalan local dan lingkungan yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dan kendaraan bermuatan dengan ukuran lebar < 21 cm, ukuran Panjang < 9 cm dan muatan sumbu terberat yang diizinkan adalah 8 ton.

Dari penjelasan klasifikasi menurut kelas jalan diatas dapat juga dilihat pada **Tabel 2.1.**

Tabel 2.1 Klasifikasi Menurut Kelas jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	8

Sumber : Bina Marga No. 038/TBM/1997

2.1.2.3. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Menurut Hamirhan (2010) pada klasifikasi medan jalan ini didapatkan berdasarkan adanya kemiringan medan pada jalan yang diukur tegak lurus sesuai garis kontur peta topografi wilayah atau kawasan.

Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Klasifikasi menurut medan jalan berdasarkan kemiringan medan dapat dilihat dalam **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2 Klasifikasi menurut medan jalan

No.	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Perbukitan	B	3 - 25
3	Pegunungan	G	> 25

Sumber : Bina Marga No. 038/TBM/1997

2.1.2.4. Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Menurut Peraturan Pemerintah No.26 Tahun 1985 bahwa klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaan merupakan jalan Nasional, jalan Provinsi, jalan Kabupaten/Kota Madya, jalan Desa, dan jalan Khusus.

Masing – masing dari wewenang permbinaan jalan tersebut juga dikelompkkan bahwa :

1) Jalan Nasional.

- Jalan Arteri Primer
- Jalan Kolektor Primer, yang menghubungkan antar ibukota provinsi.
- Jalan selain dari yang termasuk arteri/kolektor primer yang memiliki nilai strategis terhadap kepentingan nasional yaitu jalan yang tidak dominan terhadap perkembangan ekonomi tetapi mempunyai peranan menjamin kesatuan dan keutuhan nasional, melayani daerah atau Kawasan yang rawan dan sebaainya.

2) Jalan Provinsi.

- Jalan kolektor primer, yang menghubungkan antar ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten atau kotamadya, dan menghubungkan antar ibukota Kabupaten atau kotamadya.
- Jalan selain jalan diatas yang memiliki nilai strategis terhadap kepentingan provinsi yaitu jalan yang meskipun tidak dominan terhadap perkembangan ekonomi tetapi memiliki peranan tertentu dalam menjamin terselenggarannya pemerintah yang baik dalam pemerintahan daerah tingkat I dan terpenuhinya kebutuhan-kebutuhan social lainnya.
- Jalan dalam daerah khusus ibukota Jakarta, kecuali jalan yang termasuk jalan Nasional/

3) Jalan Kabupaten.

- Jalan Kolektor Primer, yang tidak termasuk dalam kelompok jalan Nasional dan kelompok jalan Provinsi.
- Jalan local primer
- Jalan sekunder lain, selain yang dimaksud jalan Nasional dan jalan Provinsi.

- Jalan selain dari yang disebutkan diatas yang mempunyai nilai strategi terhadap kepentingan Kabupaten atau kotamadya yaitu jalan yang walaupun tidak dominan terhadap kepentingan perkembangan ekonomi tetapi memiliki peranan tertentu dalam menjamin terselenggarannya pemerintahan dalam pemerintahan Daerah.
- 4) Jalan Desa.
- Jaringan jalan sekunder di dalam Kabupaten atau kotamadya
 - Jaringan jalan sekunder di dalam Desa yang merupakan hasil swadaya masyarakat, baik yang ada di dalam desa maupun di kelurahan.
- 5) Jalan Khusus.
- Jalan yang dibangun dan dipelihara oleh instansi atau badan hokum atau perorangan untuk melayani kepentingan masing-masing.

2.2. Karakteristik Jalan

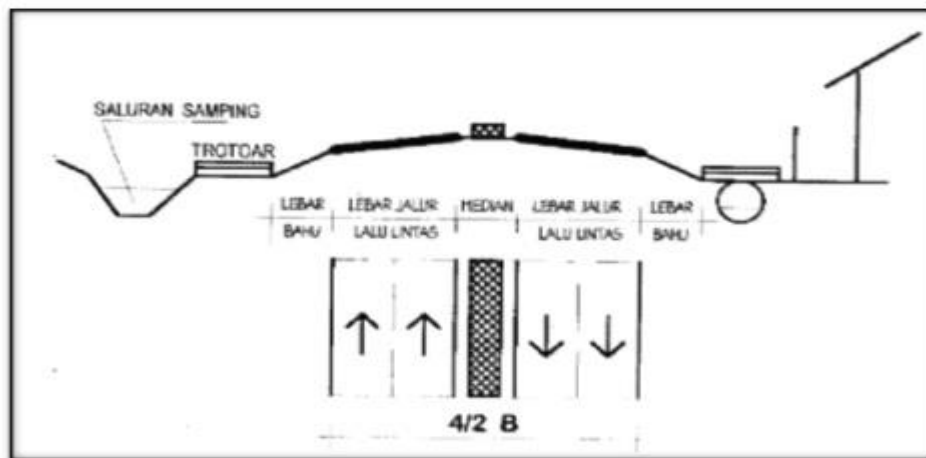
2.2.1. Tipe jalan

Menurut Hendarsin (2000) terdapat berbagai tipe jalan yang digunakan untuk menentukan jumlah lajur dan arah pada suatu segmen jalan, tipe jalur lalu lintas diantaranya adalah :

- 2 lajur 1 arah (2/1).
- 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TB).
- 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 TB).
- 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 B).
- 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 B).
- Dll dimana, TB = tak terbagi

B = Terbagi

Karakteristik jalan berdasarkan tipe dapat dilihat pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 Tipikal potongan melintang normal tipe jalan dengan denah 4/2 (Hendarsin, 2000)

2.2.2. Bagian Jalan

Terdapat bagian-bagian dari jalan, yaitu :

- Median (M), adalah daerah yang memisahkan arah lalu lintas suatu segmen jalan, terletak di bagian tengah dan biasanya ditinggikan maupun direndahkan.
- Lebar jalur (W_c), adalah lebar jalur jalan (m) yang dilintasi arus lalu lintas, tidak termasuk bahu jalan.
- Lebar bahu (W_s), adalah lebar jalur di samping jalur lalu lintas yang direncanakan sebagai ruang untuk pejalan kaki, kendaraan lambat, dan kendaraan yang sekali-kali berhenti.

2.2.2.1. Median

Menurut Silvia (1999), median adalah bagian bangunan fisik jalan yang memisahkan jalur lalu lintas pada satu jalan yang biasanya berupa bangunan trotoar, taman, drainase, dll. Biasanya perencanaan median jalan ini dilakukan pada jalan dengan kapasitas kendaraan yang padat dengan kriteria jalan 2 arah dengan 4 lajur atau lebih/

Median dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu :

- Median direndahkan, yang terdiri atas jalur tepian dengan bangunan pemisah jalur yang direndahkan.

- Median ditinggikan, yang terdiri atas jalur tepian dengan bangunan pemisah jalur yang ditinggikan.

Median dengan lebar 500 cm, lebih baik ditunggukan dengan kerb atau dilengkapi pembatas agar tidak dilanggar pengendara. Lebar median berpengaruh pada lalu lintas tetapi biaya dibutuhkan semakin tinggi.

- Menyediakan daerah netral cukup lebar dimana pengemudi dapat mengontrol kendaraannya pada saat darurat.
- Menyediakan jarak yang cukup untuk membatasi atau mengurangi pantulan terhadap lampu besar dari kendaraan yang berlawanan arah.
- Menambah rasa kepuasan, kenyamanan dan keamanan bagi pengendara.

2.2.2.2. Lajur

Menurut Silvia (1999) lajur adalah bagian dari jalur lalu lintas yang dibatasi dengan marka jalan yang cukup dilewati oleh kendaraan bermotor selain sepeda motor sesuai kendaraan rencana. Penentuan lebar jalur dalam hal ini tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana. Hal itu dikarenakan apabila lebar lajur tidak disesuaikan atau direncanakan oleh kendaraan rencana misalnya, maka kendaraan berat yang berukuran jauh lebih besar dibandingkan dengan kendaraan ringan kapasitas lajur tidak akan memenuhi persyaratan untuk dilintasi kendaraan berat. Sehingga kendaraan rencana sangat berpengaruh terhadap penentuan lebar dan jumlah lajur.

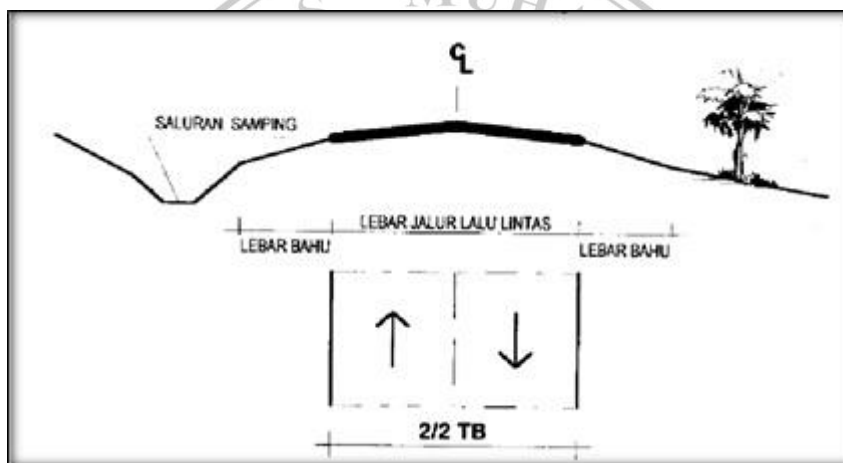
Begitu juga dengan kecepatan kendaraan, parameter penentu kecepatan ini tidak boleh dihilangkan ketika merencanakan sebuah lajur. Jika perencana mengesampingkan kecepatan rencana ketika merencanakan lebar dan jumlah lajur maka lajur sebuah jalan tidak akan berfungsi secara maksimal yang sesuai dengan tuntutan lalu lintas. Contoh misalnya, di sebuah jalur lalu lintas dengan kapasitas sebesar 8000 kendaraan/jam dan volume lalu lintas yang dapat dilalui sebesar 6500 kendaraan/jam dengan laju kecepatan yang diinginkan pengemudi di atas 60 km/jam, namun kondisi lapangan lebar lajur yang dilaksanakan sebesar 300 cm dengan 2 lajur maka arus lalu lintas di jalur tersebut tidak akan berfungsi dengan

baik. Hal itu menyebabkan jalur tersebut mengalami kepadatan volume lalu lintas dan lama-kelamaan akan terjadi kerusakan jalan.

2.2.2.3. Bahu Jalan

Menurut Silvia (1999) bahu jalan merupakan bagian jalan yang terletak di sisi kanan maupun kiri jalur lalu lintas. Bahu jalan mempunyai fungsi sebagai tempat kendaraan berhenti sementara dan kendaraan lambat, sebagai ruang parkir darurat, ruang bebas hambatan samping lalu lintas.

Bagian dari jalan dapat dipahami dengan mudah dengan melihat pada **Gambar 2.2.**



Gambar 2.2 Tipikal potongan melintang normal tipe jalan dengan denah 2/2 TB
(Hendarsin, 2000)

2.3. Daerah Penguasaan Jalan

Daerah penguasaan jalan adalah suatu daerah termasuk segala sesuatu termasuk didalam daerah tersebut yang dikuasai untuk segala keperluan suatu jalan.

Daerah penguasaan jalan diberlakukan untuk pengembangan suatu jalan demi kelancaran dan kenyamanan arus lalu lintas bagi pengguna jalan itu sendiri seperti pengemudi, pejalan kaki serta pengguna jalan disekitarnya seperti tempat tinggal, dan ruang untuk kegiatan perekonomian atau industry.

Regulasi penguasaan jalan ini harus dipahami oleh semua kalangan masyarakat yang menggunakan jalan dan di sekitarnya supaya tidak terjadi

pelanggaran terhadap penggunaannya di kemudian hari. Hal itu dikarenakan pengembangan suatu jalan setiap waktunya akan selalu berkembang untuk mengatasi kepadatan arus lalu lintas kendaraan yang selalu berkembang setiap tahunnya.

Daerah penguasaan jalan terbagi atas 3 bagian, yaitu :

1. Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA)

Damaja adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman dengan ketentuan batas tertentu. Ruang tersebut digunakan untuk medan utama suatu jalan yang berupa perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, ambang pengaman, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap lainnya. Ruang untuk Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA) ini mempunyai ketentuan-ketentuan yang harus diperhatikan, yaitu :

- Lebar antara batas ambang pengaman pembangunan atau konstruksi jalan di kedua sisi,
- Ketinggian berada pada 500 cm di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan
- Kedalaman ruangan bebas sebesar 150 cm di bawah permukaan jalan.

2. Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Damija adalah ruang sepanjang jalan yang dibatasi oleh lebar, tinggi dan kedalaman dengan ketentuan batas tertentu. Damija digunakan untuk keperluan damaja dan pelaksanaan maupun penambahan jalur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruang untuk pengamanan jalan.

Ketentuan yang harus diperhatikan dalam Damija adalah :

- Penambahan ambang pengaman konstruksi atau pembangunan jalan dengan ketinggian 500 cm. dan
- Kedalaman ruang bebas sebesar 150 cm.

3. Daerah Penguasaan Jalan (DAWASJA)

Dawasja adalah ruang sepanjang jalan di luar damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu. (Bina Marga No. 038/TBM/1997)

Ruang dawasja ini penggunaannya diawasi oleh Pembina jalan dengan tujuan supaya pandangan pengemudi saat berkendara dan konstruk atau pembangunan jalan tidak terganggu. Dawasja ditentukan berdasarkan kebutuhan terhadap pandangan pengemudi oleh Pembina Jalan. Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas serta dibatasi oleh lebar yang diukur dari as jalan.

Dawasja juga memiliki ketentuan yang harus diperhatikan bagi pengguna jalan dan di sekitarnya yang meliputi :

- Jalan arteri primer tidak dari 2000 cm.
- Jalan arteri sekunder tidak kurang dari 2000 cm.
- Jalan kolektor primer tidak kurang dari 1500 cm.
- Jalan kolektor sekunder tidak kurang dari 700 cm
- Jalan local primer tidak kurang dari 1000 cm.
- Jalan local sekunder tidak kurang dari 4000 cm.
- Jembatan tidak kurang dari 10000 cm dari arah hulu dan hilir

Daerah penguasaan jalan dapat dipahami dengan mudah dengan melihat **Gambar 2.3**



Gambar 2.3 Daerah Pengusaan Jalan (Hendarsin,2000)

2.4. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan perancangan konstruksi atau pembangunan jalan dengan memakai campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan sebagai menampung beban lalu lintas kendaraan. Campuran agregat yang dipergunakan dalam perkerasan antara lain yaitu, batu pecah, batu kali, batu belah, hasil samping peleburan baja dan bahan yang lainnya. Sedangkan bahan pengikat yang dipergunakan untuk perkerasan antara lain aspal, semen dan tanah liat.

Perancangan konstruksi atau pembangunan perkerasan jalan harus direncanakan dan diperhitungkan dengan matang-matang ketika merencanakan suatu system jaringan jalan. Dalam hal ini sangat penting dilaksanakan karena mahalnya biaya konstruksi ketika membangun sebuah jaringan jalan sangat berpengaruh terhadap kegiatan pembangunan jalan yang digunakan sebagai pemilih jenis konstruksi sesuai dengan kondisi lapangan dan arus lalu lintas di suatu Kawasan atau wilayah. Pemilihan jenis konstruksi tersebut harus melewati berbagai pertimbangan yang cukup kompleks dengan memperhatikan kegunaan suatu jalan, geometric jalan, kondisi lingkungan di sekitar jalan, serta pertimbangan ekonomi.

Untuk merencanakan sebuah konstruksi atau pembangunan jalan terdapat 3 jenis konstruksi jalan yaitu perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) dan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Pada konstruksi perkerasan lentur, perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan-lapisan perkerasan tersebut mempunyai sifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang dipadatkan. Selain itu pada konstruksi perkerasan kaku, perkerasan yang menggunakan semen Portland sebagai bahan pengikatnya kemudian pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah. Perkerasan jenis kaku ini mempunyai sifat hanya memikul beban lalu lintas melalui pelat beton. Kemudian terdapat 1 jenis konstruksi perkerasan lagi, yaitu perkerasan komposit (*Composite Pavement*) yaitu kombinasi antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur dengan posisi perletakkannya perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau juga bisa perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Dalam pelaksanaan dilapangan, perencanaan konstruksi perkerasan dibedakan antara perkerasan untuk jalan baru dan perkerasan untuk pengikatan.

2.4.1. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang didominasi bahannya dari beton. Jenis perkerasan kaku ini mulai banyak digunakan di beberapa daerah Indonesia dikarenakan umur pelayanan yang lebih Panjang disbanding jenis perkerasan lentur. Selain itu perkerasan kaku tidak membutuhkan kegiatan pemeliharaan yang begitu rumit jika dibandingkan perkerasan lentur.

Perkerasan kaku secara umum terdiri atas agregat kasar, agregat halus, campuran semen Portland, bahan pengisi dan zat admixture kemudian dipakai dan atau tidak dipakai dengan tulangan.

Susunan dari perkerasan ini antara lain :

1) Lapisan pelat beton (*Concrete Slab*).

Merupakan lapisan beton tebal yang berupa gabungan lapisan base dengan surface. Umumnya tebal lapisan ini berkisar antara 20-30 cm (tergantung permintaan atau kondisi lalu lintas). Lapisan ini biasanya diberikan tambahan tulangan kembang susut (*Shrinkage Bar*) dan tulangan konstruksi (*Construction Bar*) antar segmennya. Untuk ukuran tiap segmennya bervariasi tergantung permintaan atau kondisi lalu lintas yaitu dengan lebar segmen beton sekitar 2,5 – 3 m, dan panjangnya berkisar 4 – 5 m. pada sambungan antar segmen umumnya digunakan campuran aspal emulsi atau sealant guna mereduksi pergerakan akibat pemuaian. Serta pada permukaannya lapisan ini dibuat grid untuk menambah gaya gesekan yang terjadi dengan ban roda kendaraan.

2) Lapisan pondasi bawah (*Sub-base Course*).

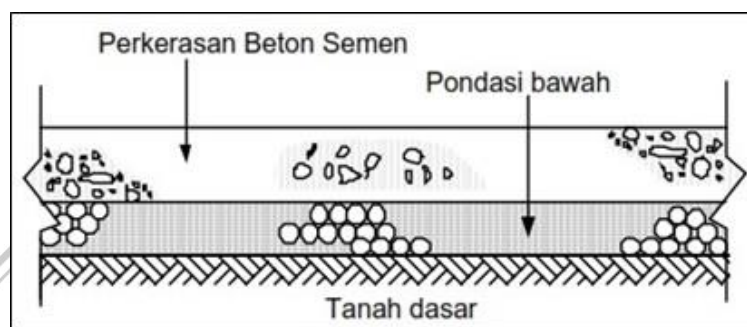
Lapisan pondasi bawah berupa pelat beton tipis dengan ukuran 5 – 10 cm yang terletak di atas tanah dasar atau disebut *Lean Concrete*. Pada lapisan ini harus direncanakan dan diperhitungkan dengan baik mengenai material yang digunakannya, dikarenakan pada lapisan ini

adalah lapisan pelindung bagi tanah dasar terhadap rembesan air. Sebelum pekerjaan lapisan ini biasanya diberi plastic guna mencegah rembesan air dari permukaan yang bisa membuat kerusakan.

3) Lapisan tanah dasar (*Sub Grade*)

Merupakan lapisan dasar dari perkerasan lainnya yang berupa tanah asli galian atau timbunan yang dipadatkan.

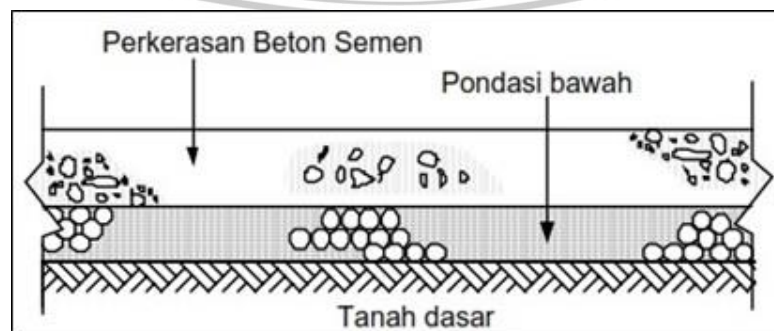
Susunan lapisan perkerasan beton semen tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2.4 Susunan lapisan perkerasan beton semen. (Bina Marga, Pd T-14-2003).

2.5. Struktur dan Jenis Perkerasan Kaku

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada **Gambar 2.5**.



Gambar 2.5 Tipikal struktur perkerasan beton semen. (Bina Marga, Pd T-14-2003)

Perkerasan beton semen dibedakan kedalam 4 jenis :

- a. Perkerasan beton semen bersambung, tidak ada tulangan,
- b. Perkerasan beton semen bersambung, ada tulangan.
- c. Perkerasan beton semen menerus, ada tulangan.
- d. Perkerasan beton semen pra-tegang.

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari plat beton. Sifat daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton semen. Factor-faktor yang perlu diperhatikan yaitu kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan (Pd T-14-2003).

2.6. Keuntungan Serta Kerugian dari Perkerasan Kaku

Keuntungan dari perkerasan kaku adalah :

- Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk area tanah lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan lebih besar dari pada perkerasan kaku.
- Konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah untuk area perkotaan tertutup termasuk jalan dengan beban lebih kecil.
- Biaya pemeliharaan lebih rendah jika dikonstruksi dengan baik. Keuntungan signifikan untuk perkotaan dengan LHRT tinggi.
- Pembentukan campuran yang lebih mudah (contoh, tidak perlu pencucian pasir).

Keruguannya antara lain :

- Biaya lebih tinggi untuk jalan dengan lalu lintas rendah
- Rentan terhadap retak jika dikonstruksi diatas tanah dasar lunak
- Umumnya memiliki kenyamanan berkendara yang lebih rendah

2.7. Dasar – dasar perancangan

2.7.1. Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 03-173101989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan

jalan baru. apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (Lean Mix Concrete) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5% (Pd T-14-2003).

2.7.2. Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

- Bahan berbutir
- Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (Lean Rolled Concrete).
- Campuran beton kurus (Lean-Mix Concrete)

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jensi dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perulaku tanah ekspansif.

Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada **Gambar 2.7** dan CBR tanah dasar efektif didapat dari **Gambar 2.8**.



Gambar 2.6 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen (Bina Marga, Pd T-14-2003)



Gambar 2.7 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah. (Bina Marga, Pd T-14-2003).

2.7.3. Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat Tarik lentur (flexural strength) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 305 MPa (30-50 kg/cm²).

Kuat Tarik lentur beton yang ditambah kekuatan dengan bahan serat penguat seperti serat baja, serat karbon atau armit, harus memenuhi kuat Tarik lentur 5-5,5 MPa (50-55 kg/cm²) kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat Tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²) terdekat.

Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat Tarik-lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

$$f_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa atau } \dots\dots\dots (1)$$

$$f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/cm}^2 \dots\dots\dots (2)$$

dengan pengertian :

f_c' = kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)

f_{cf} = kuat Tarik lentur beton 28 haru (kg/cm²)

K = konstanta 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat pecah

Kuat Tarik lentur dapat juga ditentukan dari hasil uji kuat Tarik belah beton yang dilakukan menurut SNI 03-2491-1991 sebagai berikut :

$$f_{cf} = 1,57 f_{cs} \text{ dalam MPa atau (3)}$$

$$f_{cf} = 13,44 f_{cs} \text{ dalam kg/cm}^2 \text{ (4)}$$

dengan pengertian :

f_{cs} = kuat tarik belah beton 28 hari

beton dapat diperkuat dengan serat baja (steel-fibre) untuk meningkatkan kuat Tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya sebagai bentuk tidak lazim. Serat baja bisa digunakan pada campuran beton, sebagai jalan plaza tol, putara dan perhentian bus. Panjang serat baja antara 15mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker dan sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan (Pd T-14-2003).

2.7.4. Lalu-lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (commercial vehicle), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau sebagai perencanaan perkerasan beton semen yaitu yang mempunyai berat total lebih dari 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri dari 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

2.7.4.1. Lajur rencana dan koefisien distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana.

Lebar Perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur	Koefisien Distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 lajur	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 lajur	-	0,40

Sumber : Bina Marga Pd-T-14-2003

2.7.4.2. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan Kawasan atau suatu wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun (Pd-T-14-2003).

2.7.4.3. Pertumbuhan lalu-lintas

Volume lalu-lintas akan berkembang sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana ruang jalan dicapai dengan factor perkembangan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus :

$$R = (1+i)^{UR} - 1 / i \dots\dots\dots (5)$$

Dengan pengertian :

R = factor pertumbuhan lalu lintas

I = laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

UR = umur rencana per tahun (Pd-T-14-2003)

Factor pertumbuhan lalu-lintas (R) dapat juga ditentukan berdasarkan **Tabel 2.4.**

Tabel 2.4 Faktor Pertumbuhan Lalu-lintas (R)

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

Sumber : Binar Marga T-14-2003

2.7.4.4. Lalu-lintas rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan yang ada. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari suvey beban.

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots (6)$$

Dengan pengertian :

JSKN = jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana.

JSNKH = jumlah total sumbu kendaraan niaga perhari pada saat jalan dibuka.

R = factor pertumbuhan komulatif dari rumus (4) atau **Tabel 2** atau rumus (5)
yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rancana
 C = koefisien distribusi kendaraan (Pd-T-14-2003)

2.7.4.5. Faktor keamanan beban

Pada penentuan beban rencanam beban sumbu dikalikan dengan factor keamanan beban (FKB). Factor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada **Tabel 2.5**.

Tabel 2.5 Faktor Keamanan Beban (FKB)

No.	Penggunaan	Nilai F
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga	1,0

Sumber : Bina Marga Pd-T-14-2003

2.7.5. Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Yang membedakan kekuatan antara bahu dengan jalur lalu-lintas akan memberikan pengaruh pada kinerja perkerasan. Hal itu dapat diatas idengan bahu beton semen, sehingga akan menaikkan kinerja perkerasan dan mengurangi tebal pelat. Yang dimaksud dengan bahu beton semen dalam pedoman ini adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu-lintas dengan lebar lebih dari 150 cm atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu-lintas selebar 60 cm yang juga dapat mencakup saluran dan kerb (Pd-T-14-2003)

2.7.6. Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang dikarenakan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.
- Memudahkan pengerjaan
- Mengakomodasi gerakan plat.

Sambungan dibuat atau ditempatkan pada perkerasan beton dimaksudkan sebagai penyiapan tempat muai dan susut beton akibatnya terjadi tegangan yang disebabkan, berubahnya lingkungan (suhu dan kelembaban), gesekan dan keperluan konstruksi (pelaksanaan).

Sambungan pada perkerasan beton terdiri dari 3 jenis, yang fungsinya :

- Sambungan susut
Sambungan pada bidang yang diperlemah (dummy) dibuat sebagai pengalihan tegangan Tarik, akibat suhu kelembaban, gesekan tersebut akan mencegah retak. Jika sambungan susut tidak dipasang. Maka akan terjadi retak acak pada permukaan beton.
- Sambungan Muai
Fungsi utama untuk menyiapkan ruang muai pada perkerasan. Sehingga mencegah terjadinya tegangan tekan yang akan menyebabkan perkerasan terkekuk.
- Sambungan konstruksi
Sambungan diperlukan sebagai konstruksi (berhenti dan mulai pengecoran) jarak antara sambungan memanjang disesuaikan dengan lebar alat atau mesin penghampar (paving machine) dan oleh tebal perkerasan.

Selain sambungan tersebut, jika plat perkerasan cukup lebar lebih dari 700 cm maka diperlukan sambungan kearah memanjang yang berfungsi sebagai penahan gaya lenting (warping) yang berupa sambungan engsel, dengan diperkuat batang pengikat (tie bar) (Aru Suryawan,2009)

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*Joint Filler*) (Pd-T-14-2003).

2.7.6.1. Dowel (Ruji)

Dowel adalah batang baja tulangan polos maupun proful, yang digunakan untuk sarana penyambung atau pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel sendiri berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang dengan separuh Panjang terikat dan separuh Panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser ukuran dan jarak dowel yang disarankan dapat dilihat di **Tabel 2.6**



Tabel 2.6 ukuran dan jarak batang dowel (ruji) yang disarankan

Tebal Pelat		Dowel					
Perkerasan		Diameter		Panjang		Jarak	
Inchi	Mm	Inchi	Mm	Inchi	mm	Inchi	mm
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
10	250	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
11	275	$1\frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
12	300	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
13	325	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
14	350	$1\frac{1}{2}$	38	18	450	12	300

Sumber : Joetata Hadihardaja, 1997

2.7.6.2. Tie Bar

Batang pengikat adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah-alur dengan maksud sebagai pengikat pelat supaya tidak bergerak horizontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang ukuran dan jarak tie bar yang disarankan dapat dilihat di **Tabel 2.7**

Tabel 2.7 Ukuran dan jarak batang tie bar yang disarankan

Tebal Pelat (cm)	Diameter Tie Bar (mm)	Panjang Tie Bar (mm)	Jarak antar Tie Bar (cm)
12,5	12	600	75
15,0	12	600	75
17,5	12	600	75
20,0	12	600	75
22,5	12	750	90
25,0	12	750	90

Sumber : Bina Marga Pd-T-14-2003

2.8. Prosedur Perencanaan

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu :

- 1) Retak fatik (Lelah) Tarik lentur pada pelat.
- 2) Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Data lalu lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing-masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

2.9. Rencana Anggaran Biaya

2.9.1. Pengertian Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah :

- Perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berkaitan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tertentu.

- Merencanakan sesuatu bangunan dalam bentuk dan faedah dalam penggunaannya, berserta tinggi biaya yang diperlukan susunan – susunan pelaksanaan dalam bidang administrasi maupun pelaksanaan pekerjaan dalam bidang Teknik

Dua cara yang dapat dilakukan dalam penyusunan anggaran biaya antara lain :

- Anggaran Biaya Kasar (Taksiran), untuk pedomannya digunakan harga satuannya tiap meter persegi luas lantai. Namun anggaran biaya kasar dapat juga untuk pedoman dalam penyusunan RAB yang dihitung secara teliti.
- Anggaran Biaya Teliti, proyek yang dihitung dengan teliti dan hati hati sesuai dengan keatentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya (Nurcholid Syawaldi).

2.9.2. Tujuan Rencana Anggaran Biaya

Untuk mengetahui harga bagian atau item pekerjaan untuk pedoman pengeluaran biaya-biaya dalam masa pelaksanaan. Selain itu supaya bangunan yang akan didirikan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. (Nurcholid Syawaldi).

2.9.3. Fungsi Rencana Anggaran Biaya

Sebagai pedoman pelaksanaan pekerjaan dan sebagai alat pengontrol pelaksanaan pekerjaan. (Nurcholid Syawaldi).

Selain itu menghindari pembengkakan biaya disebabkan pembelian bahan bangunan yang tidak sesuai dengan volume pekerjaan, upah pekerjaan yang tidak terkontrol, pengadaan peralatan yang tidak tepat dan berbagai kerugian lainnya.

2.10. Analisa Harga Satuan Dasar (HSD)

Komponen untuk menyusun harga satuan pekerjaan (HSP) memerlukan HSD tenaga kerja, HSD alat, dan HSD bahan. Berikut ini diberikan langkah-langkah perhitungan HSD komponen HSP. (Kementrian Pekerjaan Umum 28/PRT/M/2016).

2.10.1. Langkah perhitungan HSD Tenaga Kerja

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan, maka perlu ditetapkan dahulu bahan rujukan harga standar untuk upah.

HSD tenaga kerja. Langkah perhitungan HSD tenaga kerja adalah sebagai berikut :

- 1) Tentukan jenis keterampilan tenaga kerja, misal pekerja (P), tukang (Tx), Mandor (M), atau kepala tiangk (KaT).
- 2) Kumpulkan data upah yang sesuai dengan peraturan daerah (Gubernur, Walikota, Bupati) setempat, data upah hasil survy di lokasi yang berdekatan dan berlaku untuk daerah tempat lokasi pekerjaan akan dilakukan.
- 3) Perhitungan tenaga kerja yang didatangkan dari luar daerah dengan memperhitungkan biaya makan, menginap dan transport.
- 4) Tentukan jumlah hari efektif bekerja selama satu bulan (24-26 hari), dan jumlah jam efektif dalam satu hari (7 jam).
- 5) Hitung biaya upah masing-masing per jam per orang.
- 6) Rata-ratakan seluruh biaya upah per jam sebagai upah rata-rata perjam (kementrian pekerjaan umum 28/PRT/M/2016

2.10.2. Langkah perhitungan HSD Alat

Analisi HSD alat membutuhkan data upah operator atau sopir, spesifikasi alat meliputi tenaga mesin, kapasitas kerja alat (m^3), umur ekonomis alat (dari pabrik pembuatannya), ja mkerja dalam satu tahun, dan harga alat. Factor lainnya adalah komponen investasi alat meliputi suku Bungan bank, asuransi alat, factor alat yang spesifik seperti factor bucket untuk excavator, harga perolehan alat dan loader, dan lain-lain (kementrian Pekerjaan Umum 28/PRT/2016).

2.10.3. Langkah Perhitungan HSD Bahan

Untuk menghitung harga satuan perkejaan, yang diperlu ditetapkan terlebih dahulu rujukan harga standar bahan atau HSD bahan persatuan pengukuran standar.

Analisis HSD bahan memerlukan data harga bahan baku, serta biaya transportasi dan biaya produksi bahan baku menjadi bahan olahan atau bahan jadi. Produksi bahan membutuhkan alat yang bisa lebih dari satu alat. Setiap alat dihitung kapasitasnya produksinya dalam satuan pengukuran per jam, dengan cara memasukkan data kapasitas alat, factor efisiensi alat, factor lain dan waktu siklus masing-masing. HSD bahan terdiri atas harga bahan baku atau HSD bahan baku, HSD bahan olahan dan HSD bahan jadi. Perhitungan harga satuan dasar (HSD) bahan yang diambil dari quarry dapat menjadi dua macam, yaitu berupa bahan baku (batu kali atau gunung, pasir sungai atau gunung dan lain-lain), dan berupa bahan olahan (misalnya agregat kasar dan halus hasil produksi mesin pemecah batu dan lain sebagainya).

Harga bahan di quarry berbeda dengan harga bahan yang dikirim ke base camp atau ke tempat pekerjaan, dikarenakan perlu biaya tambahan berupa biaya pengantaran atau pengangkutan material dari quarry ke base camp (Kementrian Pekerjaan Umum 28/PRT/M/2016).

